

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
Academic Session 2016/2017

December 2016 / January 2017

EMH 332 – Applied Thermodynamics
[Termodinamik Gunaan]

Duration : 3 hours
Masa : 3 jam

Please check that this paper contains **SEVEN(7)** printed pages and **FIVE(5)** questions before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **TUJUH(7)** mukasurat dan **LIMA(5)** soalan yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan.]*

INSTRUCTIONS : Answer **ALL** questions.

*[**ARAHAN :** Jawab **SEMUA** soalan.]*

Answer Questions In English OR Bahasa Malaysia.

[Jawab soalan dalam Bahasa Inggeris ATAU Bahasa Malaysia.]

Answer to each question must begin from a new page.

[Jawapan bagi setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.]

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.]

NOTE:

Properties of Thermodynamics Table will be provided.

Jadual Sifat Termodinamik akan dibekalkan.

- Q1. [a] A rigid vessel contains a mixture of 1 kmol CO₂ and 3 kmol of air at 1 atm and 17°C. The volumetric analysis of air can be taken as 79% N₂ and 21% O₂. The molar masses of carbon, oxygen and nitrogen are 12 kg/kmol, 32 kg/kmol and 28 kg/kmol. Calculate:**

Sebuah kebuk mengandungi campuran sebanyak 1 kmol CO₂ dan 3 kmol udara pada 1 atm dan 17°C. Analisis volumetri untuk udara boleh di ambil sebagai 79% N₂ dan 21% O₂. Jisim-jisim molar bagi karbon, oksigen, dan nitrogen masing-masing ialah 12 kg/kmol, 32 kg/kmol dan 28 kg/kmol. Kirakan:

(Given Universal gas constant, $R = 8.3145 \text{ kJ/kmol.K}$; and $1 \text{ atm} = 101.325 \text{ kPa}$.

(Diberi pemalar gas semesta, $R = 8.3145 \text{ kJ/kmol.K}$; dan $1 \text{ atm} = 101.325 \text{ kPa}$.

- (i) The masses of O₂, N₂, CO₂, and the total mass.**
Jisim bagi O₂, N₂, CO₂, dan jumlah jisim.
- (ii) The percentage of carbon content by mass.**
Peratusan kandungan karbon dalam jisim.
- (iii) The mixture molar mass and specific gas constant.**
Campuran jisim molar dan pemalar spesifik gas.
- (iv) The specific volume of the mixture.**
Isipadu spesifik bagi campuran.

(40 marks/markah)

- [b] A rigid tank of 1.5 m³ capacity contains 75% dry mixture of air and steam. If the temperature and pressure of the mixture are 125°C and 800 kPa, calculate the mass of the liquid water present, the mass of dry saturated vapour, and the mass of the air in the mixture. (Given the air gas constant, $R = 0.287 \text{ kJ/kg.K}$).**

Sebuah tanki tegar yang berkapasiti 1.5 m³ mengandungi 75% campuran kering udara dan wap. Jika suhu dan tekanan bagi campuran ialah 125°C dan 800 kPa, kirakan jisim bagi air yang wujud, jisim bagi wap kering tepu, dan jisim udara bagi campuran. (Diberi pemalar gas udara, $R = 0.287 \text{ kJ/kg.K}$).

(30 marks/ markah)

- [c] A mixture of gas has the following volumetric analysis: 30% CO, 2% C₂H₆, 11% H₂, 9% O₂, and 48% N₂. Given the values of \tilde{c}_p for the constituents are as follows: for CO, $\tilde{c}_p = 29.27$ kJ/kmol K, for C₂H₆, $\tilde{c}_p = 53.128$ kJ/kmol.K, for H₂, $\tilde{c}_p = 28.89$ kJ/kmol K, for O₂, $\tilde{c}_p = 29.382$ kJ/kmol K, and for N₂, $\tilde{c}_p = 29.14$ kJ/kmol k. The molar masses as follows : for CO, 28 kg/ kmol; for C₂H₆, 30 kg/ kmol; for H₂ = 2 kg/ kmol; for O₂, 32 kg/ kmol; and for N₂, 28 kg/kmol. (Given Universal gas constant, R = 8.3145 kJ/ kmol.K). Calculate the values of \tilde{c}_p , \tilde{c}_v , c_p , and c_v for the mixture.

Satu campuran gas mempunyai analisis volumetri seperti berikut: 30% CO, 2% C₂H₆, 11% H₂, 9% O₂, dan 48% N₂. Diberikan juga nilai-nilai \tilde{c}_p bagi setiap konstituen adalah seperti berikut: untuk CO, $\tilde{c}_p = 29.27$ kJ/kmol K, untuk C₂H₆, $\tilde{c}_p = 53.128$ kJ/ kmol.K, untuk H₂, $\tilde{c}_p = 28.89$ kJ/ kmol K, untuk O₂, $\tilde{c}_p = 29.382$ kJ/ kmol K, dan untuk N₂, $\tilde{c}_p = 29.14$ kJ/ kmol k. Jisim-jisim molar pula seperti: : untuk CO, 28 kg/ kmol; untuk C₂H₆, 30 kg/ kmol; untuk H₂ = 2 kg/ kmol; untuk O₂, 32 kg/ kmol; dan untuk N₂, 28 kg/kmol. (Diberi pemalar gas semesta, R= 8.3145 kJ/ kmol.K). Kirakan nilai-nilai \tilde{c}_p , \tilde{c}_v , c_p , dan c_v bagi campuran tersebut.

(30 marks/markah)

Q2. [a] Define
Terangkan

- (i) **Dry-bulb temperature.**
Suhu bebuli-kering.
- (ii) **Wet-bulb temperature.**
Suhu bebuli-basah.
- (iii) **Dew-point temperature.**
Suhu takat embun.
- (iv) **Saturation temperature.**
Suhu tepu.

(20 marks/markah)

- [b] An air-conditioning system is designed to maintain a room at a condition of 20°C and percentage saturation 45%. The maximum number of people in the room is 25 and the fabric heat gains are 2500 W. The sensible and latent heat gains per person is 100 W and 30W. The air supply temperature is 15°C. By neglecting other heat losses and gains, Calculate:**

Sebuah sistem penyaman udara direka untuk mengekalkan suhu sesebuah bilik pada 20°C dengan peratusan ketepuan 45%. Jumlah maksimum orang di dalam bilik tersebut ialah 25 dan pengeluaran haba yang dihasilkan oleh fabrik sebanyak 2500 W. Haba sensibel dan pendam bagi setiap orang ialah 100 W dan 30W. Suhu bekalan udara ialah 15°C. Dengan mengabaikan kehilangan dan penambahan lain-lain haba, Kirakan:

- (i) The volume flow rate of air to be supplied under these conditions.**
Kadar isipadu aliran bagi udara yang perlu dibekalkan di bawah keadaan tersebut.
- (ii) Percentage saturation of supply air.**
Peratus ketepuan bekalan udara.

(Given $c_{pa} = 1.005 \text{ kJ/kgK}$, $c_{ps} = 1.88 \text{ kJ/kgK}$, barometric pressure = 1 atm = 101.325 kPa)

(Diberi $c_{pa} = 1.005 \text{ kJ/kgK}$, $c_{ps} = 1.88 \text{ kJ/kgK}$, tekanan barometer = 1 atm = 101.325 kPa)

(40 marks/markah)

- [c] In an induced draught cooling tower, water at 50°C, enters at a rate of 300 kg/s. The water is cooled to 20°C in the cooling tower by the air which enters the tower at 1 atm, 25°C, 50% relative humidity and leaves saturated at 30°C. Calculate:**

Dalam sebuah menara penyejukan draf teraruh, air bersuhu 50°C memasuki menara pada kadar 300 kg/s. Air tersebut disejukkan kepada suhu 20°C oleh udara yang memasuki menara tersebut pada 1 atm, 25°C, 50% kelembapan relatif dan keluar berkeadaan tepu pada suhu 30°C. Kirakan:

- (i) The required mass flow rate of air entering the cooling tower.**

Kadar aliran jisim yang diperlukan oleh udara yang memasuki menara penyejukan.

(ii) **The airflow volume flow rate.**

Kadar aliran isipadu udara.

(iii) **The required mass flow rate of the make-up water.**

Kadar aliran jisim yang diperlukan oleh air gantian.

(40 marks/markah)

Q3. [a] A mixture of Butane (C_4H_{10}) and 20% excess air is burnt completely in a combustion chamber. The total pressure of the combustion process is 200 kPa. Assuming complete combustion, calculate the air-fuel ratio and the dew-point temperature of the products.

Campuran Butana (C_4H_{10}) dengan 20% lebihan udara dibakar sepenuhnya dalam kebuk pembakaran. Jumlah tekanan bagi proses pembakaran tersebut ialah 200 kPa. Dengan mengandaikan pembakaran adalah lengkap, kirakan nisbah udara-bahan api dan suhu takat embun produk.

(30 marks/markah)

[b] Ethane gas C_2H_6 at $27^\circ C$ is burnt with 150% theoretical air at $25^\circ C$ in an engine. Assuming the adiabatic steady-flow and complete combustion process, calculate the adiabatic flame temperature.

Gas Ethana C_2H_6 pada $27^\circ C$ dibakar dengan 150% teori udara pada $25^\circ C$ di dalam enjin. Dengan mengandaikan proses aliran mantap adiabatik dan pembakaran lengkap, kirakan suhu nyalaan adiabatik.

(40 marks/ markah)

[c] Describe the practical procedure of Boy's calorimeter test and how the calorific values of gaseous fuel are calculated.

Terangkan prosedur praktikal ujian meter kalori Boy dan bagaimana nilai-nilai kalori bahan api gas-gas dikira.

(30 marks/markah)

- Q4. [a] Draw a p-V diagram for an ideal Otto cycle, an ideal diesel cycle, an actual four-stroke spark ignition engine cycle, and an actual four-stroke diesel cycle. List TWO (2) factors that contribute to the significant difference of the thermal efficiency between the ideal and the actual cycle.**

Lukiskan gambarajah p-V untuk kitar unggul Otto, kitar unggul diesel, kitar sebenar enjin empat-lejang cucuhan bunga api dan kitar sebenar empat-lejang diesel. Senaraikan DUA (2) faktor yang menyumbang kepada perbezaan ketara dalam kecekapan terma di antara kitar unggul dan kitar sebenar.

(40 marks/markah)

- [b] A four-cylinder four stroke spark ignition engine has a bore of 57 mm and a stroke of 90 mm. Its rated speed is 2800 rpm and it is tested at this speed against a brake which has a torque arm of 0.356 m. The net brake load is 155 N and the fuel consumption is 6.74 litres/h. The specific gravity of the fuel is 0.735 and it has a lower calorific value of 44200 kJ/kg. A Morse test is carried out and the cylinders are cut out in order of 1,2,3,4 with corresponding brake loads of 111 N, 106.5 N, 104.2 N, and 111 N respectively. Calculate:**

Sebuah enjin petrol empat silinder empat lejang mempunyai jara 57 mm dan lejang 90 mm. Pada kelajuan 2800 rpm, enjin ini dikenakan brek yang mempunyai lengan tork 0.356 m. Beban brek bersih ialah 155 N dan penggunaan bahanapi ialah 6.74 liter/jam. Graviti tentu bahanapi ialah 0.735 dan bahanapi berkenaan mempunyai nilai kalori rendah 44200 kJ/kg. Ujian Morse telah dilakukan dan cucuhan kepada silinder-silinder telah diputuskan mengikut tertib 1, 2, 3, 4. Beban-bekan yang dihasilkan pula ialah 111 N, 106.5 N, 104.2 N, dan 111 N. Kirakan:

- (i) The engine torque**
Tork enjin
- (ii) The brake mean effective pressure**
Tekanan berkesan min brek
- (iii) The brake thermal efficiency**
Kecekapan terma brek
- (iv) The brake specific fuel consumption**
Penggunaan bahanapi tentu brek
- (v) The mechanical efficiency**
Kecekapan mekanik
- (vi) The indicated mean effective pressure**
Tekanan berkesan min tertunjuk

(60 marks/markah)

- Q5. [a] On a p-V diagram, show the effects of pressure ratio on the volumetric efficiency of multistage compression. Briefly explain the benefits of multistage compression.**

Tunjukkan kesan nisbah tekanan ke atas kecekapan isipadu pada gambarajah p-V untuk pemampatan banyak peringkat. Terangkan secara ringkas kebaikan pemampatan banyak peringkat.

(40 marks/markah)

- [b] A two-stage single acting reciprocating compressor takes in air at the rate of $0.2 \text{ m}^3/\text{s}$. Intake pressure and temperature are 0.1 MPa and 16°C respectively. The air is compressed to a final pressure of 0.7 MPa . The intermediate pressure is ideal and intercooling is perfect. The compression index is 1.25 and the compressor runs at 600 rpm . Neglecting clearance, determine**

Sebuah pemampat salingan dua-peringkat tindakan tunggal menyedut udara pada kadar $0.2 \text{ m}^3/\text{s}$. Tekanan masukan ialah 0.1 MPa dan suhu masukan ialah 16°C . Udara dimampatkan ke tekanan akhir 0.7 MPa . Tekanan pertengahan adalah unggul dan penyejukan-antara adalah sempurna. Indeks mampatan ialah 1.25 dan pemampat berkenaan beroperasi pada 600 rpm . Dengan mengabaikan kelegaan, kirakan

- (i) the intermediate pressure.**
tekanan pertengahan.
- (ii) the volume of low pressure (LP) cylinder and high pressure (HP) cylinder.**
isipadu untuk silinder bertekanan rendah dan bertekanan tinggi.
- (iii) the indicated power of the compressor.**
kuasa tertunjuk untuk pemampat .

(60 marks/markah)